



dapat diakses melalui <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jmuo>



Penggunaan Karbon Aktif Cangkang Pala - TiO_2 Untuk Fotodegradasi Zat Warna *Metanil Yellow*

Grace Aprianne Bellatrix Patiunga^a, Audy D. Wuntu^{a*}, Meiske S. Sangia^a

^aJurusan Kimia, FMIPA, Unsrat, Manado

KATA KUNCI

Metanil yellow
Karbon aktif
Titanium dioksida
fotodegradasi

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh perbandingan berat karbon aktif cangkang pala (KA) : titanium dioksida (TiO_2), konsentrasi awal *metanil yellow*, dan lama penyinaran UV pada jumlah *metanil yellow* yang terdegradasi menggunakan KA- TiO_2 . KA dibuat melalui aktivasi arang cangkang pala menggunakan NaCl pada 700 °C. Pembuatan fotokatalis KA- TiO_2 dengan perbandingan berat 0,1:9,9 (KA 1%) dan 0,5:9,5 (KA 5%) dilakukan dengan cara sonifikasi. Interaksi KA- TiO_2 dengan *metanil yellow* dilakukan pada konsentrasi awal 2, 4, 6, 8, 10, 20, 30, 40, dan 50 ppm selama 3 jam. Eksperimen pengaruh lama penyinaran dilakukan pada variasi 1, 2, 3, 4, 5, 18, dan 20 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa makin tinggi konsentrasi awal dan makin lama penyinaran, makin banyak *metanil yellow* terdegradasi. Fotokatalis dengan perbandingan berat KA: TiO_2 0,1:9,9 mendegradasi *metanil yellow* lebih banyak dengan persen degradasi maksimum 66% pada konsentrasi awal 6 ppm.

KEYWORDS

Metanil yellow
Activated carbon
Titanium dioxide
Photodegradation

ABSTRACT

A research had been done to determine the effect of weight ratio of nutmeg shell activated carbon (KA) : titanium dioxide TiO_2 , initial concentration of metanil yellow, and UV irradiation time on the quantity of metanil yellow degraded using KA- TiO_2 . KA was prepared by activating nutmeg shell charcoal using NaCl at 700 °C. KA- TiO_2 having weight ratio of 0.1:9.9 (KA 1%) and 0.5:9.5 (KA 5%) were prepared by sonification. Interaction of KA- TiO_2 with metanil yellow was performed at initial concentration of 2, 4, 6, 8, 10, 20, 30, 40, and 50 ppm for 3 hours. The experiment of UV irradiation time was performed at 1, 2, 3, 4, 5, 18, and 20 hours. The results showed that the higher the initial concentration of metanil yellow and that the longer the irradiation time, the higher the amount of metanil yellow degraded. KA- TiO_2 having weight ratio of 0.1:9.9 degraded more metanil yellow than that of 0.5:9.5 with maximum degradation of 66% at initial concentration of 6-10 ppm.

TERSEDIA ONLINE

22 Oktober 2014

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu dari sekian banyak negara yang berkembang pesat dibidang perindustrian seperti industri tekstil yang ada hampir di setiap daerah di Indonesia. Meskipun demikian, industri tekstil memberikan dampak negatif bagi lingkungan dengan adanya pembuangan limbah tekstil yang mengandung

bahan kimia berbahaya ke dalam perairan. Limbah tekstil mengandung bahan-bahan pencemar yang sangat kompleks dengan intensitas warna tinggi. Sebagian besar bahan pencemar yang terdapat dalam limbah tekstil adalah zat warna tekstil terutama zat warna sintetik (Azbar *et al.*, 2004).

Untuk mengurangi pencemaran lingkungan perairan yang disebabkan oleh limbah industri

*Corresponding author: Jurusan Kimia FMIPA UNSRAT, Jl. Kampus Unsrat, Manado, Indonesia 95115; Email address: wuntudenny@yahoo.com

tekstil maka harus dilakukan pengolahan limbah sebelum dibuang ke lingkungan. Pengolahan limbah tekstil dapat dilakukan dengan proses penyaringan dan adsorpsi melalui penggunaan adsorben seperti karbon aktif dan zeolit. Cara pengolahan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu ukuran partikel adsorben, pH larutan, dan lama waktu kontak antara adsorben dengan bahan pencemar (Mattioli et al., 2002). Meskipun demikian, metode adsorpsi seperti ini hanya mampu mengambil polutan dari media air tetapi tidak dapat menghilangkannya. Cara lain yang dapat digunakan adalah cara oksidasi baik secara biologi maupun kimia, tetapi oksidasi secara biologi digunakan terbatas dan berlangsung secara lambat, sedangkan oksidasi secara kimiawi hanya tepat untuk polutan yang memiliki konsentrasi tinggi (Sutrisno et al., 2006).

Dengan memperhatikan berbagai keterbatasan tersebut, maka perlu dipikirkan cara lain untuk mendegradasi polutan ini, yaitu dengan metode fotodegradasi yang memanfaatkan sinar *ultraviolet* (UV) dan fotokatalis seperti titanium oksida (TiO_2).

Dalam penelitian ini, material yang digunakan adalah karbon aktif yang dibuat dari cangkang pala yang seringkali menjadi limbah dan kurang diberdayakan. Material tersebut selanjutnya dimodifikasi dengan TiO_2 dan digunakan untuk mendegradasi zat warna *metanil yellow*. *Metanil yellow* adalah pewarna yang bersifat karsinogenik dan mutagenik sehingga diperlukan cara yang efektif untuk mendegradasi senyawa tersebut dan mengubahnya menjadi CO_2 dan H_2O (Christina et al., 2007; Slamet et al., 2006). Walaupun daya jerap dari karbon aktif cangkang pala tidak setinggi daya jerap karbon aktif tempurung kelapa, namun diharapkan dengan modifikasi ini, kemampuan karbon aktif cangkang pala untuk mengadsorpsi dan mendegradasi limbah zat warna dapat ditingkatkan. Penggunaan material karbon aktif cangkang pala (KA) untuk fotodegradasi zat warna *metanil yellow* belum pernah dilakukan sehingga masih perlu diteliti beberapa aspek dasar seperti pengaruh konsentrasi awal zat warna *metanil yellow*, perbandingan jumlah $\text{KA}:\text{TiO}_2$, dan lama penyinaran UV pada kemampuan material $\text{KA}:\text{TiO}_2$ untuk mendegradasi zat warna ini. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbandingan berat $\text{KA}:\text{TiO}_2$, pengaruh konsentrasi awal, pengaruh lama penyinaran cahaya UV pada jumlah *metanil yellow* yang mengalami fotodegradasi oleh $\text{KA}:\text{TiO}_2$.

2. Metode

2.1. Material

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkang pala, natrium klorida (NaCl), titanium dioksida (TiO_2), dan pewarna *metanil*

yellow. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanur, oven (Mettler), neraca analitik, indikator pH universal, peralatan gelas (Iwaki Pyrex), botol serum, lampu UV-A (Himawari T8-20W), spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV-1800), sonikator (Eylea), sentrifus (Gemmy PLC-025), dan satu set reaktor fotodegradasi..

2.2. Pembuatan Fotokatalis $\text{KA}:\text{TiO}_2$

Karbon aktif cangkang pala dibuat mengikuti prosedur yang diuraikan oleh Poha (2011). Pembuatan Fotokatalis $\text{KA}:\text{TiO}_2$ dikerjakan dengan mengadopsi prosedur yang dikemukakan oleh Riyani dan Setyaningtyas (2011). Material yang digunakan memiliki perbandingan berat $\text{KA}:\text{TiO}_2$ 0,1:9,9 (KA 1%) dan 0,5:9,5 (KA 5%). Karbon aktif dan TiO_2 dengan perbandingan berat yang telah ditentukan mula-mula disuspensikan dalam air demineralisasi dan selanjutnya suspensi diletakkan dalam sonikator selama 5 jam. Suspensi selanjutnya disaring kemudian $\text{KA}:\text{TiO}_2$ dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 24 jam.

2.3. Pengaruh Konsentrasi *Metanil Yellow*

Dalam penelitian ini digunakan larutan *metanil yellow* dengan konsentrasi 2, 4, 6, 8, 10, 20, 30, 40, dan 50 ppm. Sebanyak 0,05 g $\text{KA}:\text{TiO}_2$ (perbandingan berat $\text{KA}:\text{TiO}_2$ 0,1:9,9) dicampur dengan 20 mL larutan *metanil yellow* dalam botol serum dan disinari lampu UV selama 3 jam sambil diaduk. Setelah itu dilakukan penyaringan dan disentrifugasi pada 3000 rpm selama 30 menit kemudian dilakukan pengukuran konsentrasi *metanil yellow* yang tersisa dalam larutan menggunakan spektrofotometer UV. Prosedur yang sama dilakukan untuk $\text{KA}:\text{TiO}_2$ dengan perbandingan berat $\text{KA}:\text{TiO}_2$ 0,5:9,5. Percobaan dilakukan dalam dua kali pengulangan..

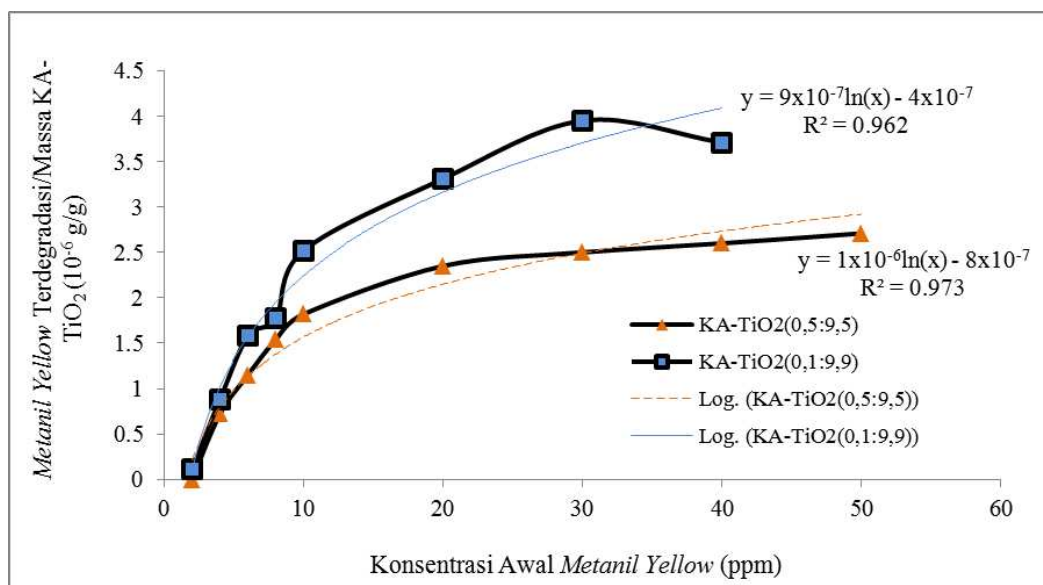
2.4. Pengaruh Lama Penyinaran

Sebanyak 0,05 g $\text{KA}:\text{TiO}_2$ dengan perbandingan berat $\text{KA}:\text{TiO}_2$ 0,1:9,9 dicampur dengan 20 mL larutan *metanil yellow* 30 ppm dalam botol serum dan diberi penyinaran dengan lampu UV selama 1, 2, 3, 4, 5, 18 dan 20 jam. Setelah itu dilakukan penyaringan dan disentrifugasi pada 3000 rpm selama 30 menit kemudian dilakukan pengukuran konsentrasi *metanil yellow* yang tersisa dalam larutan menggunakan spektrofotometer UV. Percobaan dilakukan dalam dua kali pengulangan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengaruh Konsentrasi Awal *Metanil Yellow* dan Perbandingan Berat $\text{KA}:\text{TiO}_2$

Jumlah *metanil yellow* yang terdegradasi per gram fotokatalis $\text{KA}:\text{TiO}_2$ pada berbagai konsentrasi awal *metanil yellow* yang digunakan disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Jumlah *metanil yellow* yang terdegradasi per gram KA-TiO₂ pada berbagai konsentrasi awal *metanil yellow*

Pada Gambar 1 terlihat bahwa fotokatalis KA-TiO₂ yang mengandung lebih banyak TiO₂ (perbandingan KA:TiO₂ 0,1:9,9 (g/g)) memiliki kemampuan lebih besar untuk mendegradasi *metanil yellow* dibandingkan dengan yang mengandung lebih sedikit TiO₂ (perbandingan KA:TiO₂ 0,5:9,5 (g/g)) pada semua konsentrasi awal *metanil yellow*. Bertambahnya jumlah KA justru menurunkan kemampuan fotodegradasi KA-TiO₂. Penambahan KA diharapkan dapat meningkatkan aktivitas TiO₂ karena KA juga adalah adsorben sehingga *metanil yellow* akan terkonsentrasi pada KA dan proses fotokatalisis oleh TiO₂ menjadi lebih efisien karena semakin banyak *metanil yellow* yang melakukan kontak dengan TiO₂. Penurunan kemampuan fotodegradasi KA-TiO₂ dengan bertambahnya jumlah KA dapat disebabkan oleh tidak meratanya permukaan fotokatalis dan semakin kecilnya pori-pori fotokatalis seperti yang ditunjukkan oleh Riyani dan Setyaningtyas (2011) melalui analisis *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

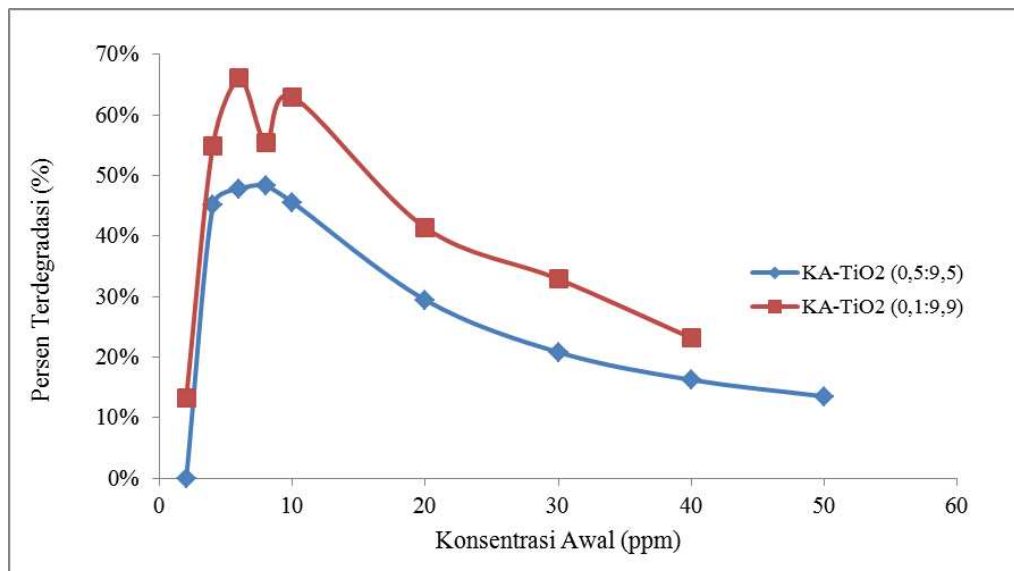
Penelitian lain oleh Andayani dan Sumartono (2007) juga mendapatkan bahwa semakin banyak KA dalam fotokatalis, semakin kecil kemampuan fotodegradasinya. Apabila dalam katalis terdapat adsorben seperti KA, maka substrat dalam hal ini zat warna *metanil yellow* akan mengalami kontak

dengan permukaan katalis TiO₂ melalui permukaan perantara adsorben karbon aktif. Katalis TiO₂ yang menempel pada permukaan karbon aktif akan berkontak pula dengan substrat *metanil yellow* yang diserap oleh permukaan karbon aktif. Dengan demikian proses fotokatalisis akan berlangsung lebih mudah. Namun penurunan kemampuan fotodegradasi dengan semakin banyaknya KA dalam KA-TiO₂ dapat disebabkan oleh tertutupnya permukaan fotokatalis TiO₂ oleh KA.

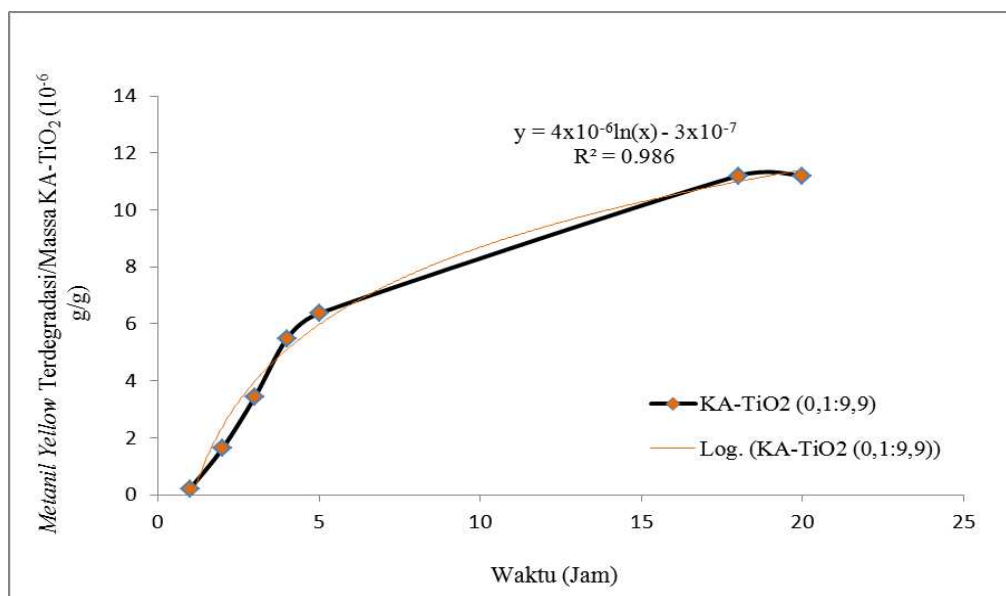
Kurva pada Gambar 1 juga menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi awal *metanil yellow*, makin banyak *metanil yellow* yang mengalami fotodegradasi per gram fotokatalis yang digunakan. Dengan menggunakan analisis regresi untuk melihat kecenderungan kenaikan jumlah *metanil yellow* yang mengalami fotodegradasi, terlihat bahwa kenaikannya mengikuti regresi logaritmik. Jika data dipresentasikan dalam bentuk persen terdegradasi vs. konsentrasi awal (Gambar 2) maka terlihat bahwa persentase maksimum *metanil yellow* yang terdegradasi terjadi pada konsentrasi awal *metanil yellow* 6-10 ppm.

3.2. Pengaruh Lama Penyinaran

Pengaruh lama penyinaran UV pada jumlah *metanil yellow* yang mengalami fotodegradasi oleh KA-TiO₂ dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Persen *metanil yellow* terdegradasi pada berbagai konsentrasi awal *metanil yellow*



Gambar 3. Pengaruh lama penyinaran UV pada jumlah *metanil yellow* yang terdegradasi

Dari Gambar 3 terlihat bahwa semakin lama waktu penyinaran UV maka aktivitas fotodegradasi semakin meningkat. Semakin lama waktu penyinaran oleh sinar UV maka akan semakin banyak elektron yang tereksitasi dari pita valensi ke pita konduksi sehingga makin banyak *hole* h^+ yang terbentuk (Malldotti et al., 2000; Nogueira dan Jordim, 1993; Ranjit et al., 1998). Semakin banyak h^+ yang terbentuk maka semakin banyak terjadi pembentukan radikal hidroksil yang berfungsi untuk mengoksidasi zat warna *metanil yellow*. Kenaikan jumlah *metanil yellow* terdegradasi mengikuti persamaan regresi logaritmik.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penambahan karbon aktif cangkang pala pada TiO_2 justru menurunkan kemampuan fotodegradasi TiO_2 . Fotokatalis yang menghasilkan fotodegradasi maksimum pada semua konsentrasi awal *metanil yellow* adalah fotokatalis KA- TiO_2 dengan perbandingan berat KA: TiO_2 = 0,1:9,9. Semakin tinggi konsentrasi awal, makin banyak jumlah *metanil yellow* yang mengalami fotodegradasi dan persentase maksimum *metanil yellow* terdegradasi adalah pada konsentrasi awal 6 sampai 10 ppm. Semakin lama waktu penyinaran, semakin banyak jumlah *metanil yellow* yang mengalami fotodegradasi.

Daftar Pustaka

- Andayani, W., dan A. Sumartono. 2007. Karakterisasi Katalis TiO_2 dan TiO_2 /Karbon Aktif yang diimobilisasikan pada Pelat Titanium. *Indonesia Journal Chemistry*. **7**: 238-242.
- Azbar, N., T. Yonar, dan K. Kestioglu. 2004. Comparison of Various Advance Oxidation Processes and Chemical Treatment Methods for COD and Colour Removal from Polyester and Acetate Fiber Dying Effluent. *Chemosphere*. **55**: 81-86.
- Christina, M., S. Mu'nisatun., R. Saptaaji, dan D. Marjanto. 2007. Studi Pendahuluan Mengenai Degradasi Zat Warna Azo (Metil Orange) dalam Pelarut Air Menggunakan Mesin Berkas Elektron 350 keV/10 mA. *JFN*. **1**: 31-44.
- Malldotti, A., L. Andrenalli, A. Mollinari, G. Varani. Cerichelli, and M. Chiarini. 2000. Photocatalytic Properties of Iron-Phorpyrin Revisited in Aqueous Micellar Environment. *Green Chemistry*. **3**: 42-46.
- Mattioli, D., F. Malpei, G. Bortone, and A. Rozzi. 2002. *Water Minization and Reuse in Textile Industry: Analysis, Technologies and Implementation*. IWA Publishing, Cornwall, UK.
- Nogueira, R. F. P., W. F. Jordim. 1993. Photodegradation of Methylene Blue Using Solar Light and Semiconductor (TiO_2). *Journal of Chemistry Education*. **70**: 861-862.
- Ranjit, K., I. Willnar, S. Bossmann, A. Braun. 1998. Iron(III) phtalocyanine-Modified Titanium Dioxide: A Novel Photocatalyst for Enhanced Photodegradation of Organic Pollutant. *Journal of Physical and Chemistry. B*. **102**: 9397-9403.
- Riyani, K., dan T. Setyaningtyas. 2011. Pengaruh Karbon Aktif Terhadap Aktivitas Fotodegradasi Zat Warna pada Limbah Cair Industri Tekstil menggunakan Fotokatalis TiO_2 . *Molekul*. **6**: 113-122.
- Slamet., S. Bismo., R. Arbianti, dan Z. Sari. 2006. Penyisihan Fenol dengan Kombinasi Proses Adsorpsi dan Fotokatalisis Menggunakan Karbon Aktif dan TiO_2 . *Jurnal Teknologi*. **4**: 303-311.